

CAMBIOS PRODUCIDOS POR LA COBERTURA SOBRE LA RELACIÓN DE ENRIQUECIMIENTO DEL SEDIMENTO EROSIONADO EN UN ARGUDOL TÍPICO

C. BARCELONNA y E.A. RIENZI¹

Recibido: 07/07/03

Aceptado: 06/10/03

RESUMEN

La cobertura de la superficie del suelo juega un rol muy importante para controlar los procesos de erosión hídrica; sin embargo, algunas veces puede modificar la selectividad de la erosión, movilizándolo partículas con un potencial contaminante muy elevado. El objetivo de este trabajo fue analizar el efecto de la cobertura sobre la selectividad de la salpicadura y el escurrimiento y sobre la relación de enriquecimiento del sedimento en un suelo con distinto nivel de estabilidad.

Muestras de suelo de pradera y con agricultura de un Argiudol típico de textura franco arcillosa en superficie, con distinta cobertura superficial fueron expuestas a lluvia simulada (55 mm h^{-1} , 1.340 J m^{-2}). El material de salpicadura y escurrimiento, fue separado por batería de tamices. Se encontró que la protección de la cobertura disminuyó cuando el suelo era más estable, disminuyó la selectividad en el escurrimiento pero la aumentó en la salpicadura. Además, con una baja estabilidad de agregados, la relación de enriquecimiento disminuyó para algunos tamaños de partículas pero siempre mantuvo valores elevados. La escasa eficacia de la cobertura sobre las partículas producidas por salpicadura sugiere que la calidad del sedimento no es dependiente de la energía de la lluvia.

Palabras clave. Tasa de enriquecimiento; selectividad: salpicadura y escurrimiento; cobertura superficial; erosión entre surcos.

CHANGES PRODUCED BY COVER SURFACE ON ENRICHMENT RATE OF SEDIMENT FROM A TYPIC ARGUDOLL

SUMMARY

The surface cover play an important role in order to control the soil erosion processes; however, sometimes can modify the selectivity, producing an important delivery of particles with a high potential of pollution. The objectives of this work were to analyze the effect of cover surface on splash and wash selectivity, and on enrichment rate of sediment from a soil with a different stability degree.

Soil samples from pasture and conventional tillage plots of clay loam typical Argiudoll, were used in order to analyze the detachment rate with a different cover degrees under simulate rain (55 mm. h^{-1} , 1.340 J m^{-2}). Particles from splash and wash were sieved with battery of sieves, dried and weighted. We found that the protection of surface cover was decrease with high aggregate stability. The wash selectivity was also reduced, but it was observed an increase in splash selectivity. Enrichment rate of some particles not only was reduced with low aggregate stability, but also the values still remains very high. The low efficiency of surface cover to control the quality of sediment in splash suggests that it is not depend on the energy of rainfall.

Key words. Enrichment rate; Selectivity; Splash and wash; Surface cover; interrill erosion.

¹Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos, Facultad de Agronomía UBA 4453 San Martín av (C1417DSQ)
e-mail: rienzi@agro.uba.ar

INTRODUCCIÓN

El desprendimiento por salpicadura y escurrimiento puede ser modificado por medio de la cobertura en suelos expuestos a la erosión hídrica, debido a que la condición de la superficie del suelo tiene un rol muy importante en este proceso erosivo. Sin embargo, cuando se evita el impacto directo de las lluvias otros factores pueden redirigir los mecanismos de selectividad, produciendo un gran transporte de partículas con un alto potencial de polución debido a su naturaleza coloidal.

Una baja estabilidad de los agregados puede contribuir a un aumento en las pérdidas de suelo, debido al aumento en la ruptura de los mismos (Farres, 1987; Gabriels y Moldenhauer, 1978; Young, 1984), pero como la erosión entre surcos es muy dependiente de las condiciones de la superficie del suelo (Freebairn y Gupta, 1990), las interacciones podrían provocar cambios no previstos modificando los resultados de las prácticas de control. Los productos del desprendimiento generados desde los agregados por la erosión entre surcos dependen de numerosos factores, lo cual hace muy difícil la predicción de los tamaños de partículas involucrados en el sedimento (Rienzi, 1993).

En general, no existe mucha información cualitativa con respecto a estos procesos en las zonas productivas de la Argentina, a pesar de las evidencias del avance de la degradación por un aumento sostenido en las actividades agrícolas. Los objetivos de este trabajo fueron: i) analizar el comportamiento de diferentes situaciones de uso de la tierra con distinto grado de cobertura en superficie mediante un simulador de lluvias, e ii) establecer los cambios en la selectividad producida en la salpicadura y el escurrimiento causadas por la erosión entre surcos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron muestras de suelo superficial en un Argiudol típico de textura franco arcillosa en superficie, que provenían de situaciones de manejo contrastantes, pradera y labranza convencional, para analizar la relación de desprendimiento que se producía con y sin cobertura superficial.

Para simular cobertura se utilizó un material orgánico (esponja vegetal) de tamaño y espesor conocido, distribuido al azar según la metodología empleada por Grattone (2002) hasta lograr cubrir el 60% de la superficie. Otras

muestras de suelos de las mismas situaciones se dejaron sin cobertura. Las bandejas con estos tratamientos se sometieron a una lluvia de 55 mm h⁻¹ (1.340 J m⁻²) generada con un simulador de lluvias en laboratorio (Rienzi, 1993). El material de salpicadura y escurrimiento fue separado y tamizado en batería de tamices con aberturas de 1 mm; 0,5 mm; 0,25 mm; 0,05 mm y se recogió el material de tamaño inferior a 0,05 mm.

El material así separado se secó en estufa a 60 °C hasta constancia de peso. Se repitió el procedimiento tres veces por cada situación y tratamiento.

La relación de enriquecimiento fue estimada por medio de la ecuación (Wan, El Swaify, 1998):

$$RE = (\text{Porcentaje en peso de la fracción tamizada (\% en el sedimento)}) \times (\text{Porcentaje en peso de la fracción en el suelo original})^{-1}.$$

Los datos fueron analizados por medio de un análisis de variancia y se usó la prueba de Tuckey para comparar las medias entre tratamientos (Steel y Torrie, 1992).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro N° 1 se observan los datos de salpicadura y escurrimiento para las dos condiciones de superficie de suelo evaluadas; el aumento en cobertura, desde suelo desnudo a 60% cubierto muestra una importante reducción en las pérdidas del lote con labranza convencional, pero a pesar de reducirse, las pérdidas en la pradera no mantuvieron la misma proporcionalidad, observándose un ligero aumento en las pérdidas por escurrimiento; Rienzi y Grattone (2002) también observaron este comportamiento, atribuyéndose ese aumento a una mayor posibilidad de movimiento del material de mayor tamaño y peso.

La escasa eficiencia de la cobertura cuando los suelos tienen una alta estabilidad, se supone, debe responder a que los efectos de estos dos factores no son aditivos. Esto puede explicar las diferencias encontradas por distintos autores cuando se analiza el efecto de la cobertura sobre los procesos erosivos (Roth, Eggert, 1994; Palis, *et al.*, 1997; Rienzi, Sanzani, 2002; Rienzi, Kvolek, 2001).

Otro aspecto que se desprende del Cuadro N° 1 es el efecto que tuvo la cobertura sobre la participación de cada subproceso en la erosión total; se observa que la relación entre la salpicadura y el escurrimiento se mantiene invariable en el lote con

CUADRO N° 1. Desprendimiento por salpicadura y escurrimiento bajo dos condiciones de cobertura superficial en suelos de pradera y en agricultura con labranza convencional.

Grado de cobertura	LC S (g.m ⁻²)	LC E (g.m ⁻²)	Pastura S (g.m ⁻²)	Pastura E (g.m ⁻²)
Suelo desnudo	154,96 a	103,58 a	39,89 a	3,72 a
60%	52,83 b	23,85 b	23,43 b	9,10 b

Letras diferentes en la misma columna, significan diferencias con $p < 0,05\%$.
Referencias: LC = labranza convencional; S= salpicadura; E= escurrimiento.

labranza convencional, mientras que en el caso de la pradera, la salpicadura reduce su peso relativo en las pérdidas totales, desde 90% a 72%. Este aspecto del comportamiento de los suelos bajo cobertura es inusual, ya que se espera que el subproceso con mayor energía de impacto reduzca considerablemente su participación relativa al mantener el suelo protegido con cobertura (Bradford y Huang, 1994).

Sin embargo, del Cuadro N° 1 surge que el efecto que se obtuvo fue una reducción de las pérdidas totales, sin una modificación sustancial en la participación de los subprocesos erosivos.

En la Figura 1 se representa la selectividad expresada como porcentaje de cada partícula en el total del desprendimiento producido por salpicadura y escurrimiento, comparando los tratamientos con y sin cobertura, de tal manera de analizar el grado de modificación de la selectividad de los procesos erosivos.

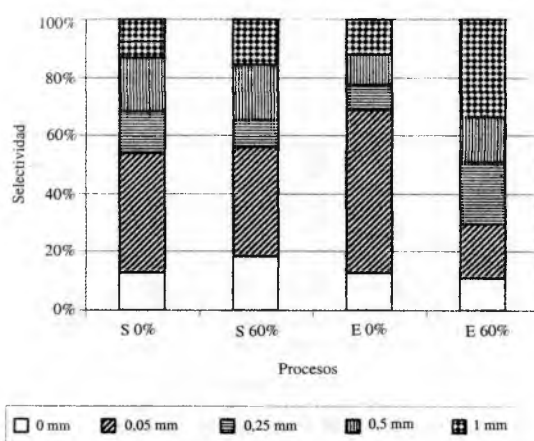


FIGURA 1. Selectividad de la salpicadura (S) y el escurrimiento (E) en el lote con labranza convencional, para suelo desnudo (0%) y 60% de cobertura (60%).

Los datos demuestran que cuando se aumentó la cobertura, la salpicadura no sufrió cambios en las proporciones relativas de los distintos tamaños de partículas en el sedimento. En cambio, en el escurrimiento, la cobertura produjo una reducción en la selectividad sobre las partículas de 0,05 mm y aumentó la participación de partículas de mayor tamaño (1 mm).

La Figura 2 presenta los datos correspondientes al lote con pradera; en ella se observa que la cobertura determinó un marcado incremento en la selectividad de partículas de 0,25 mm en la salpicadura, al tiempo que redujo significativamente la presencia de partículas de mayor tamaño (1 mm).

Es evidente que la cobertura puede influenciar la selectividad de los procesos erosivos, en los aspectos ligados con la calidad y cantidad del sedimento, pero las interacciones con la estabilidad de los agregados impide predecir fácilmente el sentido total del control.

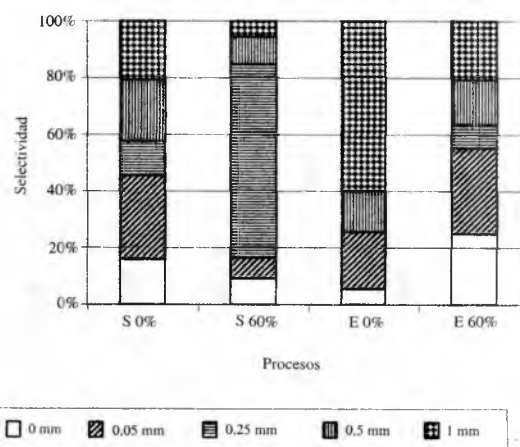


FIGURA 2. Selectividad de la salpicadura (S) y el escurrimiento (E) en el lote con praderas, para suelo desnudo (0%) y 60% de cobertura (60%).

En este caso, la mayor selectividad observada en el escurrimiento, fue anulada por la acción de la cobertura, pero mientras que en el lote con labranza convencional esta acción no tuvo otras consecuencias, en el lote con pradera provocó un significativo aumento en la selectividad de la salpicadura.

La selectividad de la erosión tiene importantes consecuencias sobre las características del sedimento y su potencial contaminante; la magnitud del problema se pone en evidencia al evaluar la relación de enriquecimiento, la cual compara cada tamaño de partícula con las que estaban presentes en el suelo previo a la lluvia; medido de esta forma, el valor 1 expresa igualdad con el suelo original.

La Figura 3 presenta el efecto de la cobertura sobre la relación de enriquecimiento en el suelo sujeto a labranza convencional. Se observa que se ha reducido significativamente la carga de partículas de tamaño 0,05 mm, si bien aún se mantiene en valores altos, pero la cobertura tuvo un pobre efecto sobre el resto de los tamaños involucrados y, en general, esto ocurrió en ambos subprocesos erosivos.

Esto sugiere que la calidad del sedimento no depende de la energía involucrada en el proceso, ya que la diferencia de energía entre la salpicadura y el escurrimiento en la erosión entre surcos es muy grande, debido a que está representada casi exclusivamente por la energía de impacto de la gota de lluvia (Roth y Eggert, 1994; Wan y El Swaify, 1998).

En la Figura 4 se observa lo ocurrido con el suelo de pradera, el efecto de la cobertura mostró

un resultado contrario a lo esperado, de tal manera que determinó muy bajo control de la calidad del sedimento, ya que superó la relación que se halló cuando el suelo estaba sin cobertura.

Si bien la escasa cantidad de material que se produce en estas condiciones minimiza la importancia de este lote como fuente de contaminación, los resultados ilustran claramente el nivel de las interacciones que se producen con los agregados y apoya nuevamente la observación de que la calidad del sedimento no es energético-dependiente, por lo que no sería esperable que la cobertura *per se* constituya una solución a los problemas de polución generados por la producción de sedimentos en las áreas agrícolas.

CONCLUSIONES

En nuestro trabajo se observó que el efecto protector de 60% de cobertura en superficie fue condicionado por el grado de estabilidad de los agregados presentes en superficie, contrariamente a lo esperado, en el suelo más estable no se encontró la mayor eficacia de la cobertura.

Esta situación fue atribuida a la falta de aditividad de estos factores. La selectividad del escurrimiento resultó disminuida por el aumento de la cobertura, pero como consecuencia de ello se observó en el suelo de pradera un aumento en la selectividad de la salpicadura que no pudo ser expli-

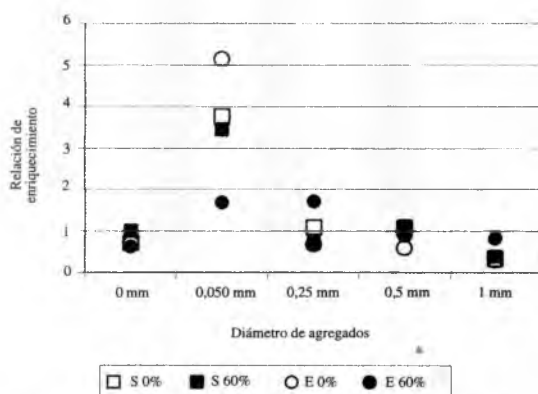


FIGURA 3. Relación de enriquecimiento en la salpicadura (S) y el escurrimiento (E) ante el cambio de cobertura en el lote con labranza convencional.

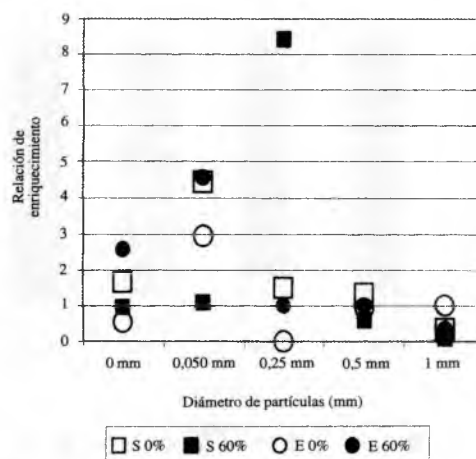


FIGURA 4. Relación de enriquecimiento en la salpicadura (S) y el escurrimiento (E) ante el cambio de cobertura en los suelos de pradera.

cado Estos mecanismos de selectividad determinaron que la relación de enriquecimiento disminuyera considerablemente para algunos tamaños en el suelo con labranza convencional, si bien se mantuvo en valores elevados. Contrario a lo esperado, se observó un pobre efecto sobre el suelo de mejor agregación lo cual evidenció el grado de in-

teracción que ocurre en la superficie del suelo cuando se producen las lluvias. Asimismo se observaron evidencias de que la calidad del sedimento no es un proceso energía-dependiente lo cual pudo ser la causa de la escasa eficacia de la cobertura sobre las partículas producidas por salpicadura.

BIBLIOGRAFÍA

- BRADFORD, J.M. and C-H. HUANG. 1994. Interrill soil erosion as affected by tillage and residue cover. *Soil Tillage Res.*, 31:353-361.
- FARRES, P.J. 1987. The dynamics of rainsplash erosion and the role of aggregate stability. *Catena*, 14: 119-130.
- FREEBAIRN, D.M. and S.C. GUPTA. 1990. Microrelief, rainfall and cover effects on infiltration. *Soil Tillage Res.*, 16:307-327.
- GABRIELS, D. and W.C. MOLDENHAUER. 1978. Size distribution of eroded material from simulated rainfall: Effect over a range of texture. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42: 954-958.
- GRATTONE, N. 2002. Efecto de distintos niveles de cobertura sobre los procesos de salpicadura, escurrimiento e infiltración en un Argiudol típico. Tesis de intensificación. Facultad de Agronomía UBA
- PALIS, R.G.; H. GHANDIRI; C.W. ROSE and P.G. SAFFIGNA. 1997. Soil erosion and nutrient loss. III. Changes in the enrichment ratio of total nitrogen and organic carbon under rainfall detachment and entrainment. *Aust. J. Soil Res.* 35: 891-905.
- RIENZI, E.A. 1993. Influencia de los factores de agregación sobre los procesos de encostramiento y sellado de un Argiudol típico. Tesis de Magister Scientiae Escuela para Graduados FAUBA
- RIENZI, E.A. and G. SANZANO. 2002. Selectivity degree in soil erosion detachment from two tillage system and different cover condition. *En: Man and Soil at the Third Millennium: Vol II :1657-1663*. European Society for Soil Conservation Rubio, Morgan, Asins, Andreu Eds. Geoforma; Logroño, España
- RIENZIE, E.A. and C. KVOLEK. 2001. Aggregate Size and Surface Sealing Effects On Wash And Splash Selectivity. *En: Book of Abstracts 3rd International Conference on Land Degradation*. Rio de Janeiro, Brasil 43-49.
- RIENZI, E.A. and N. GRATTONE. 2002. Enrichment rate of organic carbon content in sediment produced by interrill erosion with two degrees of surface cover. *En: Actas International Colloquium "Landuse management, erosion and carbon sequestration"*, Montpellier, Francia.
- ROTH, C.H. and T. EGGERT. 1994. Mechanism of aggregate breakdown involved in surface sealing, runoff generation and sediment concentration on loess soils. *Soil & Tillage Research* 32: 253-268.
- STEEL R.G.D. and J.H. TORRIE. 1992. Bioestadística: Principios y procedimientos. 1ra. Edición en Español. Ed McGraw y Hill.
- WAN, Y. and S.A. EL-SWAIFY. 1998. Characterizing interrill sediment size by partitioning splash and wash processes. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 62: 430-437.
- YOUNG, R.A. 1984. A method of measuring aggregate stability under waterdrop impact. *Trans. ASAE* 27: 1351-1354.